PLATINE

Canadä

89-04623/

AVANT-PROPOS

Au cours des dernières années, la recherche d'éléments du groupe du platine (EGP) s'est accélérée au Canada en raison de prix plus élevés et d'un potentiel géologique intéressant. Le Canada offre une chance unique aux investisseurs étant donné l'importance stratégique des EGP et l'actuelle incertitude à l'égard des approvisionnements provenant des principaux fournisseurs.

Cette brochure, qui fournit une vue d'ensemble de l'industrie des métaux du groupe du platine a été rédigée afin d'entretenir et de stimuler l'intérêt pour la recherche et la mise en valeur des EGP au Canada. Ce pays est depuis longtemps un important producteur d'EGP sous forme de sous-produits. Toutefois, les résultats encourageants des travaux d'exploration pourraient l'amener à augmenter considérablement sa production d'EGP au cours de la prochaine décennie.

Cette brochure passe en revue les utilisations de ces métaux, leurs débouchés, la production actuelle, la prospection en cours et la récupération des éléments du groupe du platine. Bien qu'elle n'ait rien du document technique exhaustif, la présente brochure est destinée à donner un aperçu, aux profanes des secteurs des finances, de l'investissement et de l'entreprise, de l'industrie des métaux du groupe du platine et des possibilités considérables de leur mise en valeur au Canada.

Afin de promouvoir la recherche et l'exploitation des EGP au Canada, Énergie, Mines et Ressources Canada fait part de ses connaissances techniques par l'intermédiaire d'une vaste gamme de services et de publications. Pour obtenir davantage de renseignements, veuillez vous adresser au Secteur de la politique minérale, 580, rue Booth, Ottawa (Ontario), K1A 0E4.

TABLE DES MATIÈRES

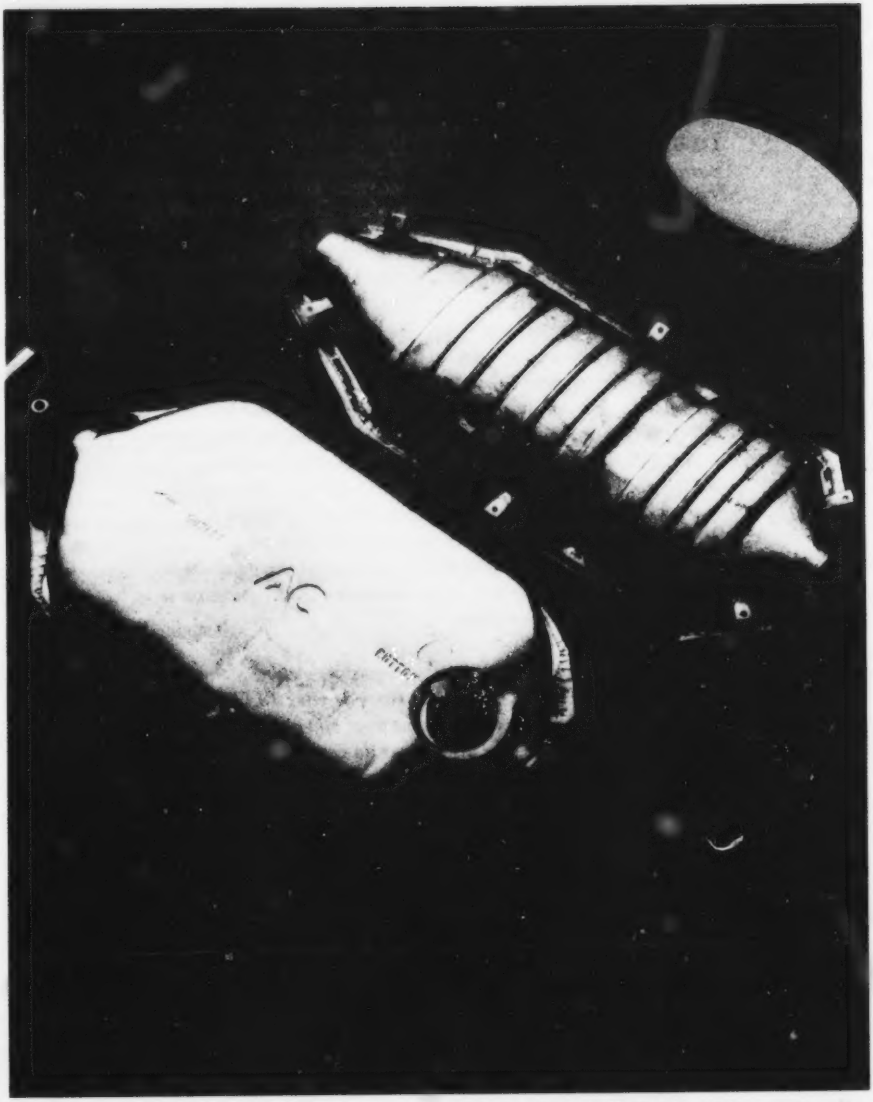
	Pages
INTRODUCTION	**III**
UTILISATIONS ET CONSOMMATION DES MÉTAUX DU GROUPE DU PLATINE	**1**
COMMERCIALISATION ET PRIX	**7**
• Platine	7
• Palladium	9
• Autres métaux du groupe du platine	10
AVENIR DU MARCHÉ	**11**
APPROVISIONNEMENTS MONDIAUX EN MÉTAUX DU GROUPE DU PLATINE	**13**
• Production de première fusion	13
• Recyclage	18
GISEMENTS D'ÉLÉMENTS DU GROUPE DU PLATINE	**21**
• Description géologique	21
• Situation au Canada	23
• Activités d'exploration au Canada	23
ENRICHISSEMENT DES MINERAIS CONTENANT DES EGP	**27**
• Canada	27
• Ailleurs dans le monde	27
EXTRACTION ET AFFINAGE DES EGP DE SOURCES PRIMAIRES	**29**
• Canada	29
• Ailleurs dans le monde	29
EXTRACTION ET AFFINAGE DES EGP DE SOURCES SECONDAIRES	**31**
TABLEAUX ET GRAPHIQUES	
Tableau 1 - Consommation de platine par utilisation, 1981 et 1987	2
Tableau 2 - Consommation de palladium par utilisation, 1981 et 1987	3
Tableau 3 - Production mondiale de métaux du groupe du platine, 1984-1987	14
Tableau 4 - Offre et demande de platine, pays occidentaux, 1981 et 1987	15
Tableau 5 - Offre et demande de palladium, pays occidentaux, 1981 et 1987	16
Figure 1 - Prix des métaux précieux, 1972-1988	8
Figure 2 - Métaux du groupe du platine au Canada, gisements sélectionnés	26

INTRODUCTION

Les éléments du groupe du platine (EGP) comptent six métaux étroitement apparentés : le platine (Pt), le palladium (Pd), le rhodium (Rh), le ruthénium (Ru), l'iridium (Ir) et l'osmium (Os). Ces métaux, qui figurent parmi les éléments métalliques les plus rares, se trouvent d'ordinaire ensemble dans la nature. L'utilisation des élérents du groupe du platine, et de ce métal en particulier, est fort répandue dans le domaine de la décoration. Toutefois, c'est dans l'industrie que leurs principales utilisations sont les plus courantes. En effet, malgré leur relative rareté et leur prix élevé, les EGP sont devenus indispensables à l'industrie pour différents emplois, en raison de leurs propriétés physiques et chimiques exceptionnelles.

Étant donné l'importance stratégique que revêtent les métaux du groupe du platine pour l'industrie, il n'est pas surprenant que l'inquiétude suscitée au cours des dernières années par les difficultés d'ordre politique et par les conflits avec les travailleurs en République d'Afrique du Sud, le plus important fournisseur d'EGP pour les pays de l'Ouest, ait entretenu la spéculation sur le marché et abouti à une augmentation des prix. Malgré la récente instabilité des prix de ce groupe de métaux, les perspectives à long terme sont bonnes si l'augmentation de leurs applications dans le domaine de la décoration et de l'industrie se manifeste comme il est prévu.

La recherche de gisements d'EGP exploitables est une tâche difficile en raison de la diversité des types de gîtes d'EGP dont la géologie n'est pas entièrement connue pour bon nombre d'entre eux. L'industrie canadienne des métaux du groupe du platine semble néanmoins être vouée à un avenir prometteur. Étant donné la diversité de la géologie du Canada, l'intensité de la prospection des EGP, les découvertes encourageantes ainsi que la compétence technique reconnue du secteur canadien de la prospection, il y a bonnes chances de découvrir au Canada des gisements d'EGP très importants. Les prévisions optimistes au niveau de l'augmentation de la consommation des EGP, la possibilité d'interruptions de l'approvisionnement, un climat politique stable et favorable à l'investissement au Canada, voilà autant de facteurs qui aideront ce pays à s'affirmer comme partenaire de premier ordre au niveau de l'industrie internationale des métaux du groupe du platine au cours de la prochaine décennie.



Des convertisseurs catalytiques utilisent des métaux du groupe du platine pour réduire les émissions novices provenant des automobiles (photo: Degussa Canada Ltd.).

UTILISATIONS ET CONSOMMATION DES MÉTAUX DU GROUPE DU PLATINE

Les métaux du groupe du platine sont utilisés de plusieurs façons à l'état pur et sous forme d'alliages, combinant soit plusieurs EGP uniquement ou encore des EGP et d'autres métaux. La diversité des utilisations témoigne des propriétés variées et uniques des métaux du groupe du platine, notamment l'inertie chimique et la résistance à la corrosion, la capacité de catalyser des réactions chimiques, des points de fusion élevés, une haute résistance à des températures élevées, des propriétés thermo-électriques stables, une bonne durabilité, un coefficient de dilatation thermique peu élevé, un excellent pouvoir réfléchissant, une résistance stable au contact électrique et une bonne résistance à l'oxydation à des températures élevées.

Le platine et le palladium sont les EGP rencontrés le plus souvent dans la nature. Le platine est employé surtout en joaillerie et dans la fabrication de catalyseurs conçus pour réduire les gaz d'échappement des automobiles. Quant au palladium, il est utilisé principalement dans les industries de l'électricité et de l'électronique ainsi que dans la production d'alliages dentaires. Les tableaux 1 et 2 indiquent la consommation de ces deux EGP en Occident pour 1981 et 1987.

Bien qu'ils soient moins importants, les autres EGP, comme le rhodium, l'iridium et le ruthénium, sont néanmoins fortement utilisés par les entreprises. Le rhodium, par exemple, intervient dans la fabrication de catalyseurs pour automobiles et est employé comme agent d'alliage avec le platine. L'iridium, lui, est utilisé en électrochimie et par la catalyse. Le ruthénium est surtout employé en électrochimie et en électronique. Quant à l'osmium, il est utile dans le domaine de la chimie et de la médecine.

La production de catalyseurs pour automobiles constitue l'une des plus importantes utilisations des EGP. Il existe deux types bien différents de catalyseurs pour automobiles : les catalyseurs d'oxydation, qui réduisent les émissions de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures, et les catalyseurs à triple action, conçus pour diminuer les émissions de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures et d'oxydes nitreux. Bien qu'ils ne puissent contenir que du platine ou du palladium, la plupart des catalyseurs d'oxydation utilisent une combinaison de ces deux métaux. Par ailleurs, le platine et le radium doivent intervenir dans la composition des catalyseurs à triple action même si, en règle générale, ces derniers contiennent déjà du palladium. L'utilisation des catalyseurs d'oxydation a régressé à mesure que les nouveaux règlements régissant les émissions d'oxydes nitreux sont entrés en vigueur. Néanmoins, certains fabricants d'automobiles se servent à la fois d'un catalyseur d'oxydation et d'un catalyseur à triple action. Les dispositifs catalytiques renfermant des EGP restent à l'heure actuelle la principale technique utilisée pour réduire les émissions d'hydrocarbures et d'oxydes nitreux provenant des gaz d'échappement des automobiles, même si la recherche se poursuit dans le domaine des systèmes de remplacement. Récemment, Ford Motor Co., aux États-Unis, a déclaré qu'elle avait mis au point un catalyseur de remplacement, utilisant une matière dont elle a tu le nom et qu'elle prétend être aussi efficace que le platine en ce qui concerne le respect des normes d'émissions.

TABLEAU 1

CONSOMMATION DE PLATINE PAR UTILISATION, 1981 ET 1987

	1981	1987
	(en milliers de grammes)	
Occident		
Catalyseurs pour autos (nette)	19 906	35 458
Industrie chimique	7 776	6 065
Industrie de l'électricité	5 754	5 599
Verre	3 110	3 732
Investissement	6 065	15 241
Joaillerie	23 483	30 792
Raffinage du pétrole	4 354	1 711
Autres	5 132	3 732
Total	**75 581**	**102 330**
Japon		
Catalyseurs pour autos (nette)	5 910	9 176
Industrie chimique	311	467
Industrie de l'électricité	467	1 400
Verre	1 555	1 400
Investissement	6 065	10 420
Joaillerie	19 440	27 993
Raffinage du pétrole	467	-
Autres	1 555	467
Total	**35 769**	**51 321**
Amérique du Nord		
Catalyseurs pour autos (nette)	13 374	18 351
Industrie chimique	1 555	1 711
Industrie de l'électricité	2 177	2 022
Verre	622	778
Investissement	-	2 644
Joaillerie	467	467
Raffinage du pétrole	1 711	467
Autres	1 866	1 555
Total	**21 772**	**27 993**
Les autres pays occidentaux (y compris l'Europe)		
Catalyseurs pour autos (nette)	622	7 931
Industrie chimique	5 910	3 888
Industrie de l'électricité	3 110	2 177
Verre	933	1 555
Investissement	-	2 177
Joaillerie	3 577	2 333
Raffinage du pétrole	2 177	1 244
Autres	1 711	1 711
Total	**18 040**	**23 017**

Source : Johnson Matthey Public Limited Company.

À noter : les données originales étaient exprimées en onces; les totaux ont été arrondis.

TABLEAU 2

CONSOMMATION DE PALLADIUM PAR UTILISATION, 1981 ET 1987

	1981	1987
	(en milliers de grammes)	
Occident		
Catalyseurs pour autos	8 398	6 376
Produits dentaires	14 930	30 948
Industrie de l'électricité	24 883	50 232
Joaillerie	6 532	5 132
Autres	10 264	8 398
Total	**65 006**	**101 086**
Japon		
Catalyseurs pour autos	4 354	2 022
Produits dentaires	4 977	9 020
Industrie de l'électricité	11 197	28 771
Joaillerie	1 866	2 488
Autres	3 110	1 866
Total	**25 505**	**44 167**
Amérique du Nord		
Catalyseurs pour autos	4 043	3 732
Produits dentaires	6 532	13 374
Industrie de l'électricité	10 264	13 219
Joaillerie	311	311
Autres	4 354	3 577
Total	**25 505**	**34 214**
Les autres pays occidentaux, (y compris l'Europe)		
Catalyseurs pour autos		622
Produits dentaires	3 421	8 553
Industrie de l'électricité	3 421	8 242
Joaillerie	4 354	2 333
Autres	2 799	2 955
Total	**13 997**	**22 706**

Source : Johnson Matthey Public Limited Company.

À noter : les données originales étaient exprimées en onces; les totaux ont été arrondis.

Ce sont les États-Unis qui offrent les débouchés les plus importants pour les catalyseurs pour automobiles. Toutefois, grâce à l'adoption dans toute l'Europe de normes régissant les émissions des automobiles, la demande de platine augmentera sensiblement. D'ailleurs, l'Autriche, la Suède, la Norvège et la Suisse ont déjà adopté des règlements sur le contrôle des émissions, pendants des normes américaines de 1983. Au sein de la Communauté économique européenne (CEE), les membres ont procédé, en octobre 1988, à la mise en oeuvre, échelonnée sur plusieurs années, de normes s'appliquant à tous les nouveaux modèles de voitures de cylindrée supérieure à deux litres. De plus, l'application de normes pour les nouveaux modèles d'automobiles de cylindrée variant de 1,4 à 2 litres a été prévue pour 1991. Cependant, dès 1990, les automobiles de cylindrée inférieure à 1,4 litre devront être conformes à des normes minimales. Des normes plus strictes, comparables à celles de la catégorie des cylindrées de 1,4 à 2 litres, ont été proposées pour ce groupe, mais un accord sur leur date d'entrée en vigueur n'a pas été conclu. Il convient de noter que les pays membres de la CEE sont libres d'adopter ou non ses règlements. Bien que tous les pays membres doivent finir par adopter les normes établies, plusieurs pays en ont reporté la date d'entrée en vigueur ou le feront peut-être, notamment la France, l'Italie et le Royaume-Uni.

Pour satisfaire aux exigences de la CEE concernant les émissions des plus petits moteurs, les constructeurs d'automobiles peuvent choisir parmi divers moyens, notamment la technologie des moteurs à mélanges carburés appauvris. Toutefois, la majeure partie des constructeurs utiliseront probablement un type quelconque de pot catalytique afin de répondre aux normes plus strictes.

La demande d'automobiles équipées d'un pot catalytique a augmenté considérablement bien avant l'adoption par la CEE de normes d'émissions. En Allemagne de l'Ouest, plus de la moitié des voitures neuves vendues en 1988 possédaient ce genre de dispositif.

La beauté du platine est sertie dans cette broche et ces boucles d'oreilles, oeuvres du joaillier montréalais M. Armand Brochard.

L'utilisation des EGP en joaillerie, deuxième débouché le plus important pour le platine, est particulièrement répandue au Japon et ne cesse d'augmenter en Europe, surtout en République fédérale d'Allemagne. Malgré l'augmentation des prix en dollars, l'appréciation régulière du yen a maintenu la forte demande de bijoux de platine au Japon.

Dans l'industrie du raffinage du pétrole, les EGP, particulièrement le platine, sont utilisés comme agents de reformage afin d'augmenter l'indice d'octane des essences. Cette utilisation a pris de l'importance au cours des dernières années à mesure que des règlements de protection de l'environnement plus sévères ont restreint la quantité d'additifs au plomb permise dans l'essence. Ces additifs diminuent l'efficacité des catalyseurs pour automobiles renfermant des EGP. Enfin, l'industrie du raffinage utilise des catalyseurs contenant des EGP à des fins d'hydrocraquage et d'isomérisation.

La fabrication de piles à combustible pourrait représenter un jour un nouveau débouché important pour le platine. L'application de cette technologie pourrait s'avérer prometteuse dans de nombreux domaines, notamment en ce qui concerne les systèmes de production d'électricité stationnaires. Bien que les travaux de mise au point de ces systèmes soient toujours en cours, ces derniers offrent des avantages appréciables en matière de possibilité de rentabilité énergétique et de rapidité de construction par rapport aux systèmes classiques. Les moyens de transport, particulièrement les autobus urbains, pourraient eux aussi, éventuellement, utiliser le platine.

La production de lamelles, de petits lingots, de pièces de monnaie en platine et de médaillons augmente rapidement depuis quelques années par suite d'une demande croissante de la part des investisseurs. Au cours de 1988, trois nouvelles pièces de monnaie-lingot en platine ont été frappées : il s'agit du «Koala» en Australie, de la «Feuille d'érable» au Canada et d'une pièce de 150 roubles en Union soviétique. En 1987, la République populaire de Chine a mis en circulation un nombre limité de pièces de monnaie en platine d'une once connues sous le nom de «Panda». Avant l'introduction de ces nouvelles pièces de monnaie, la plus importante pièce de monnaie-lingot était une pièce d'une once de l'île de Man, le «Noble», frappée pour la première fois en 1983. Pour ce qui est de 1988, Johnson Matthey Public Limited Company a signalé que la production dans le secteur du petit investissement (produits en deçà de 10 oz), notamment les pièces de monnaie, augmentera de 67 p. 100 par rapport à 1987 pour atteindre environ 11 000 kg.

Conformément à sa politique sur l'apartheid, le gouvernement canadien utilise du métal d'origine autre que sud-africaine pour produire la «Feuille d'érable». La Monnaie royale canadienne s'était fixé pour objectif de vendre 3 100 kg de «Feuilles d'érable» en platine au cours de la première année de mise en circulation, chiffre identique à celui des «Koalas» que l'Australie espère vendre.

La Monnaie royale canadienne a commencé à fabriquer une nouvelle pièce de monnaie en platine en 1988. Cette pièce est frappée dans du platine à 9995 millièmes et elle est disponible en quatre grosseurs différentes (photo: Monnaie royale canadienne).

L'industrie de l'électronique constitue l'un des plus importants débouchés pour le palladium où il est utilisé dans la fabrication de condensateurs multicouches en céramique, de circuits hybrides à couches épaisses, de réseaux de résistances et de contacts électriques. C'est en dentisterie que le marché du palladium connaît l'expansion la plus rapide; il sert à fabriquer des alliages dentaires ainsi que des appareils orthodontiques et prothodontiques. Cette croissance résulte en grande partie du remplacement de l'or par le palladium, métal moins coûteux.

COMMERCIALISATION ET PRIX

Parmi les principaux mécanismes régissant le marché des métaux du groupe du platine, se trouvent les marchés à long terme entre les producteurs et les consommateurs, les bourses de commerce de métaux situées dans les grandes capitales financières comme New York, Londres et Zurich ainsi que les marchés à terme qui seront passés au New York Mercantile Exchange (NYMEX) et à la Bourse de commerce de Tokyo (TOCOM), et enfin une option de vente d'achat de platine négociée par le biais du réseau de la Société internationale de compensations d'options B.V. (IOCC).

La majorité des ventes d'EGP est conclue par des marchés d'approvisionnement à long terme entre des producteurs et d'importants consommateurs ou par l'entremise de courtiers en métaux comme Johnson Matthey Public Limited Company, Engelhard Corporation, Degussa A. G. et J. Aron & Company. Les listes de prix du producteur ont perdu de leur importance en tant qu'indicateurs pour les transactions relatives aux EGP au cours des dernières années, bien qu'Impala Platinum Holdings Limited de la République d'Afrique du Sud établisse encore un prix du producteur. Quant à Rustenburg Platinum Holdings Limited, le plus important producteur d'Afrique du Sud, il a abandonné sa liste de prix au début des années 1980. Au cours de 1987 et de 1988, les prix du producteur d'Impala se sont maintenus à 600$ US l'once* pour le platine et à 150 $ US l'once pour le palladium en dépit de la grande instabilité des prix sur le marché libre.

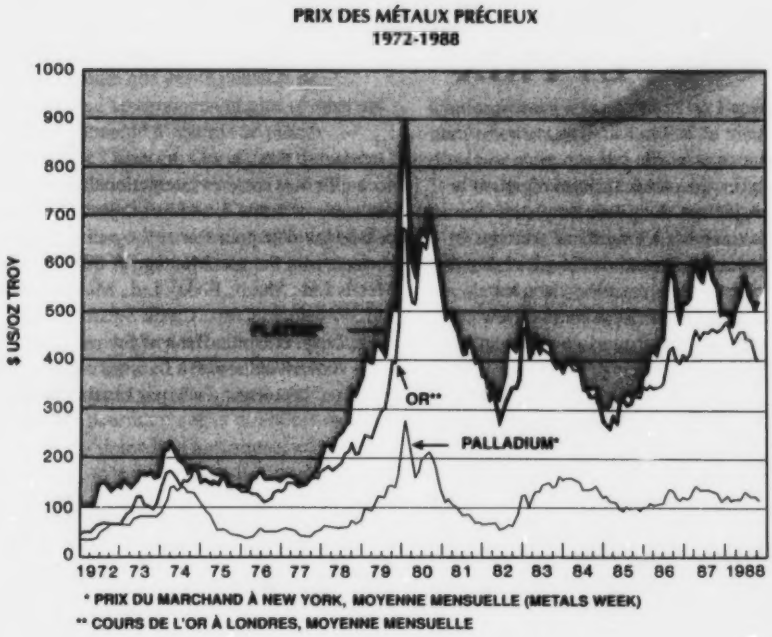
Un nouveau marché terminal de gros (marché où le métal est réellement livré) a été constitué à Londres au cours de 1987. En 1988, ce marché devrait être agrandi de façon à pouvoir accueillir huit sociétés internationales et établir des cours officiels deux fois par jour, comme cela se fait déjà pour l'or et l'argent. Ces huit sociétés sont Samuel Montagu & Co., Ayrton Metals Ltd., Sharps Pixley Ltd., Mase Westpac Ltd., Engelhard Corp., Crédit Suisse, Swiss Bank Corp. et Union Bank of Switzerland. Elles souscrivent toutes à l'accord sur la livraison des biens conclu par Londres et Zurich.

Platine

Le marché du platine a connu deux importantes périodes d'escalade des prix au cours des dix dernières années (Figure 1). Au cours de la première période, qui a commencé en 1978, les prix ont culminé à plus de 1 000 $ US l'once au premier trimestre de 1980 en raison de la spéculation engendrée par plusieurs événements économiques et géopolitiques tels que le conflit au Moyen-Orient, la montée en flèche des prix de l'énergie et l'incertitude provoquée par une forte inflation, particulièrement aux États-Unis. La seconde période de prix élevés a débuté au deuxième semestre de 1985 et s'est maintenue jusqu'en 1988, non sans fluctuations toutefois. La première augmentation des prix en 1985 a été déclenchée en grande partie par la détérioration de la situation politique et des relations avec les travailleurs en République d'Afrique du Sud, laquelle assure environ 80 p. cent des approvisionnements en platine aux pays occidentaux. Si le prix du platine a atteint le chiffre record de 673,75 $ US l'once en septembre 1986, c'est par crainte que le gouvernement de l'Afrique du Sud ne limite ses exportations de platine pour se venger de sanctions économiques imposées par plusieurs pays de l'Ouest en guise de protestation contre son régime.

* *Les cours sont exprimés en dollars américains. Il s'agit ici de l'once troy (31,103g).*

Figure 1



En janvier 1987, le prix du platine s'élevait en moyenne à 518,86 $ US l'once à Londres et il a ensuite augmenté continuellement pendant la première partie de l'année en raison de l'extrême faiblesse du dollar américain, du risque d'une nouvelle poussée d'inflation et d'une forte demande de la part de l'industrie. Le 27 avril 1987, le prix du platine a atteint son niveau le plus élevé de l'année, soit 646,50 $. Le prix a quelque peu diminué en juin, où il a affiché une moyenne de 569 $, mais il s'est relevé en août pour atteindre 633 $. Cette deuxième hausse a été causée principalement par l'agitation au Moyen-Orient et la menace d'une grève des travailleurs des mines en Afrique du Sud. Le prix du platine est ensuite redescendu, vers la fin de 1987, après que les arrêts de travail aient été évités dans le secteur des mines de platine en Afrique du Sud et à cause de la possibilité d'un excédent d'approvisionnements dans l'avenir ainsi que de craintes exacerbées d'une récession après la dégringolade des cours sur les marchés boursiers en octobre. En décembre 1987, le prix moyen du platine était de 500,65 $.

Les prix n'ont cessé de s'affaiblir au début de 1988 pour atteindre en février leur niveau le plus bas, soit 447,50 $. De mars à juin, les prix ont de nouveau grimpé et ont atteint 615,50 $ en raison d'une demande soutenue au Japon ainsi que d'une reprise de plus en plus probable de l'inflation aux États-Unis.

Les prix du platine ont commencé à diminuer en juillet et ont continué à être à la baisse en août et en septembre, descendant en deçà de 500 $. Vers la fin de l'année, les prix se sont de nouveau relevés pour atteindre plus de 600 $ au début de décembre. Bien que cette montée des prix ait été attribuée à une forte demande, particulièrement au Japon, elle a également été expliquée par les achats de métal effectués pour exécuter les programmes de vente de la «Feuille d'érable» canadienne et du «Koala» australien ainsi que par la forte probabilité d'importantes pénuries. Selon une estimation effectuée par Johnson Matthey, la demande de platine en 1988 a dépassé l'offre de plus de 14 000 kg. Cette situation se maintiendra probablement

pendant un certain temps étant donné que peu d'ouvertures de nouvelles mines sont prévues avant le début des années 1990.

Les prix sont tombés à 510 $ vers la fin de l'année après que Ford Motor Company ait annoncé à la mi-décembre qu'elle avait mis au point un substitut au platine pour les catalyseurs automobiles. Cependant, vu le scepticisme à l'égard de cette annonce, les prix ont connu une légère hausse en janvier 1988.

Bien que nos inquiétudes à l'égard d'interruptions possibles de l'approvisionnement en provenance de la République d'Afrique du Sud, notamment d'éventuelles sanctions économiques et mesures de rétorsion, se soient quelque peu estompées en 1988, elles ne cessent d'influer considérablement sur les marchés des métaux du groupe du platine. Le U.S. Bureau of Mines a clairement illustré dans un rapport daté de 1988 l'importance de la production sud-africaine pour les pays occidentaux. Ainsi, d'après ce rapport, un embargo sur les EGP sud-africains, particulièrement sur le platine et sur le rhodium, réduirait le PNB américain de 12 milliards de dollars par année jusqu'en 1992 au moins.

Le platine se vendait plus cher que l'or à la fin des années 1960 et pendant une bonne partie des années 1970. C'est toutefois le contraire qui a prévalu au début des années 1980. Depuis la fin de 1985, le platine se vend de nouveau plus cher que l'or, ce qui s'expliquerait par le nombre de plus en plus élevé d'utilisations indispensables pour l'industrie, l'absence de matières de remplacement offertes à des prix compétitifs et la dépendance à l'égard d'un important pays producteur au niveau de l'approvisionnement.

Le marché du platine est plus instable que celui de l'or parce qu'il est considérablement plus restreint : il ne représente environ qu'un dixième du marché de l'or. Depuis 1984, l'instabilité des prix du platine, mesurée au moyen de l'écart-type, est presque deux fois plus élevée de celle des prix de l'or.

Palladium

Au cours de la dernière décennie, les variations des prix du palladium ont suivi de très près celles du platine. Comme les prix de ce dernier, ceux du palladium ont augmenté au début de 1980, dépassant 300 $ US l'once. Toutefois, les prix du palladium n'ont pas enregistré une hausse aussi forte que ceux du platine depuis 1985.

Les prix du palladium à Londres, qui s'élevaient en moyenne à 123,41 $ US en janvier 1987, ont augmenté pour atteindre, le 27 avril, le chiffre record de 161 $ US l'once pour 1987. Les prix ont quelque peu diminué en juin, mais ils ont accusé une légère hausse au début du mois d'août atteignant 147,75 $. Le reste de l'année, les prix du palladium ont été en général moins élevés.

Les prix du palladium ont continué à baisser au début de 1988 et ils sont descendus, en février, à leur plus bas niveau, c'est-à-dire 115,75 $. Ils se sont relevés par la suite et ils ont atteint 133 $ en juin, puis ils ont à nouveau baissé pendant le reste de l'été et sont tombés en deçà de 120 $ en septembre. Comme dans le cas du platine, les prix du palladium ont augmenté de nouveau pendant le dernier trimestre. Cependant, contrairement aux prix du platine qui ont chuté suite à l'annonce de Ford Motor, les prix du palladium, quant à eux, ont atteint le chiffre record de 146 $ l'once suite aux conjectures faisant de lui le substitut en question.

Si les prix du palladium n'ont pas suivi ceux du platine au cours des dernières années, c'est principalement dû au fait qu'environ 85 p. 100 des approvisionnements de platine des pays occidentaux proviennent de l'Afrique du Sud alors que 53 p. 100 du palladium vient de l'U.R.S.S. Les milieux politiques se sont dits inquiets de cette dépendance à l'égard de l'Union soviétique, mais cette inquiétude ne semble pas être partagée par le marché. De plus, le palladium n'est pas considéré comme un produit d'investissement, comme le sont le platine ou l'or.

Autres métaux du groupe du platine

Les EGP moins connus, c'est-à-dire le rhodium, le ruthénium, l'iridium et l'osmium, sont produits en quantités relativement petites. Ensemble, ces métaux représentent environ 15 p. 100 de la production d'EGP de l'Afrique du Sud et quelque 10 p. 100 de la production canadienne. Ils se caractérisent souvent par peu d'échanges commerciaux et des fluctuations exagérées des prix.

La demande spéculative de rhodium, élément principalement utilisé dans les catalyseurs pour automobiles afin de réduire les émissions d'oxydes nitreux, est demeurée assez forte au cours des dernières années, car l'application des règlements sur les émissions était prévisible au sein de la Communauté économique européenne. Cette forte demande est également attribuable au fait que la proportion de platine par rapport au rhodium peut être cinq fois plus élevée dans les catalyseurs à triple action pour automobiles alors qu'elle est de 20 fois plus élevée dans le minerai provenant du filon de Merensky, situé en Afrique du Sud. Contrairement aux prix du platine et du palladium, ceux du rhodium ont augmenté en 1987 et ont été beaucoup moins instables. Au cours de 1987, les prix du rhodium sont passés d'environ 1 100 $ US à 1 250 $ l'once. Ils sont demeurés relativement stables au cours du premier semestre de 1988, oscillant entre 1 225 $ et 1 250 $. En juillet, ces prix sont tombés à environ 1 150 $ l'once; toutefois, au deuxième semestre, ils se sont redressés pour atteindre leur ancien niveau.

Les prix du ruthénium, de l'iridium et de l'osmium ont diminué en 1987 et en 1988. Le ruthénium, qui se vendait entre 75 $ et 80 $ l'once au début de 1987, ne s'échangeait plus qu'entre 67 $ et 71 $ à la fin de l'année, tandis que le prix de l'iridium était passé de 400 à 340 $ au cours de la même période. L'osmium, le plus rare des métaux du groupe du platine, se vendait entre 650 $ et 750 $ US l'once au début de 1987, et entre 590 $ et 650 $ à la fin de l'année.

Au cours de 1988, les prix du ruthénium n'ont pas cessé de baisser. En novembre 1988, ils étaient de l'ordre de 60 $ à 64 $ l'once. De même, les prix de l'iridium et de l'osmium ont diminué davantage et, à la fin de l'année, ils variaient respectivement de 285 $ à 305 $ et de 580 à 625 $ l'once.

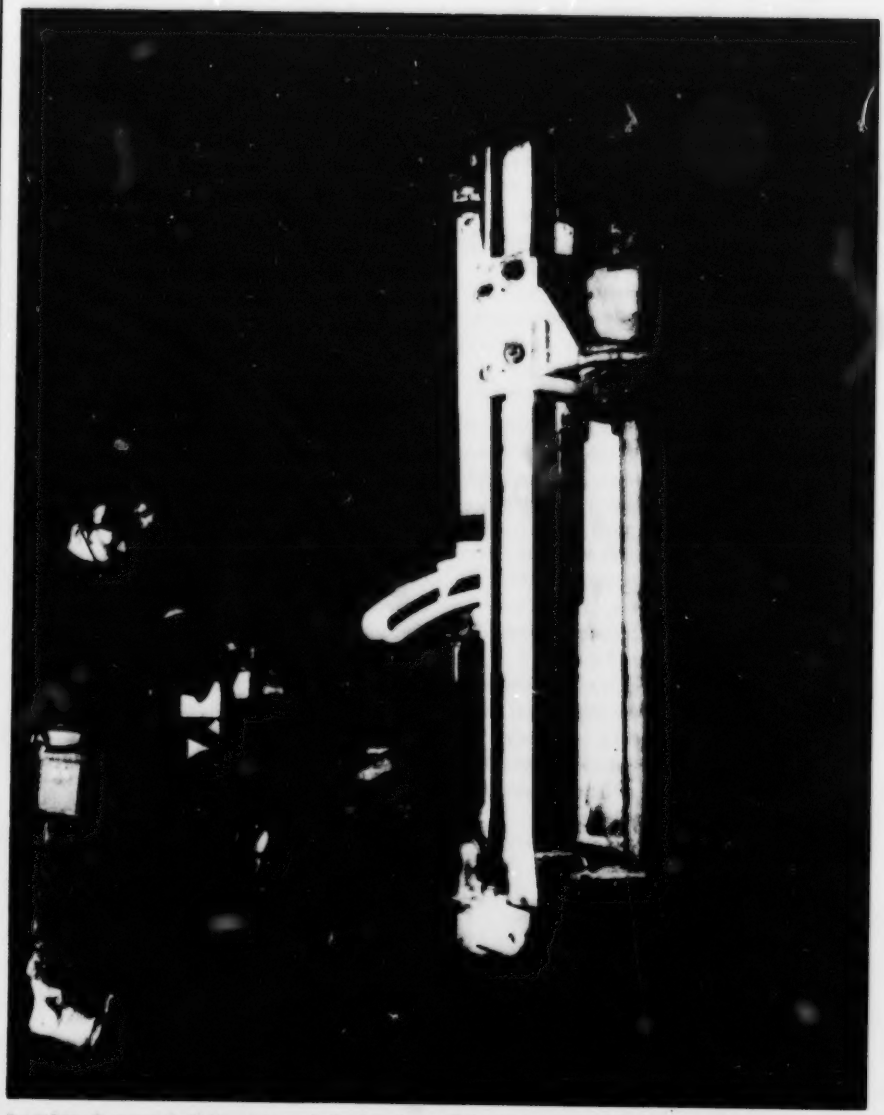
AVENIR DU MARCHÉ

Malgré quelques accroissements au niveau de la capacité de production d'EGP, particulièrement en Afrique du Sud, les perspectives à long terme sont encourageantes en ce qui concerne les prix du platine, étant donné qu'un taux annuel moyen de croissance de la demande de 3 à 3,5 p. 100 est prévu pour les dix prochaines années. Les principaux domaines de croissance demeureront le marché des catalyseurs pour automobiles, surtout en Europe, et la joaillerie. La demande devrait augmenter dans le secteur de l'investissement, mais ce marché restera néanmoins quelque peu erratique. Toutefois, la demande de platine pourrait diminuer suite à la mise au point de matières pouvant remplacer efficacement ce métal dans les catalyseurs pour automobiles.

La demande de palladium dans cet important secteur qu'est celui de l'électronique a augmenté sensiblement en 1987 et en 1988, et elle devrait continuer de s'accroître en 1989. De nouveaux débouchés se sont ouverts à ce métal suite à la mise au point d'un nouveau revêtement pour connecteur à base de palladium qui permet aux fabricants de réduire fortement l'utilisation d'or en électronique. De plus, le marché du palladium en dentisterie, déjà considérable, devrait continuer de prendre de l'expansion. Le taux de croissance annuel de la demande de palladium devrait correspondre à celui de 3 à 3,5 p. 100 prévu pour le platine au cours de la prochaine décennie.

Grâce aux nouvelles mesures plus strictes qui seront prises au cours de la prochaine décennie afin de réduire les émissions d'oxydes nitreux des automobiles et de protéger l'environnement, les prix du rhodium seront maintenus aux niveaux élevés récemment atteints, ou près de ces niveaux, en dépit des moyens mis en oeuvre pour favoriser sa rentabilité. Des constructeurs de catalyseurs pour automobiles s'efforcent d'ailleurs de doubler la proportion de platine par rapport au rhodium dans les catalyseurs à triple action et de le faire ainsi passer de 5 pour 1 à au moins 10 pour 1.

Malgré des fluctuations à court terme sur les marchés des EGP, la possibilité d'une croissance rapide dans l'industrie est excellente. Cet optimisme a déjà suscité de nouveaux investissements importants dans le domaine de la prospection des EGP un peu partout dans le monde et particulièrement au Canada. Étant donné ses ressources géologiques, les résultats prometteurs des travaux d'exploration et les facteurs géopolitiques, l'industrie canadienne des EGP attirera sans aucun doute davantage d'investisseurs dans les années à venir.



Les métaux du groupe du platine sont extraits de minerais de nickel-cuivre provenant de Sudbury, en Ontario.
(photographie utilisée avec la permission d'INCO limitée)

APPROVISIONNEMENTS MONDIAUX EN MÉTAUX DU GROUPE DU PLATINE

Production de première fusion

Le tableau 3 fait état de la production mondiale de métaux du groupe du platine de 1984 à 1987. Les principaux producteurs mondiaux sont l'U.R.S.S., la République d'Afrique du Sud, le Canada et les États-Unis. Parmi les autres producteurs, se trouvent le Japon (à partir de minerais de nickel et de cuivre importés et de produits intermédiaires), la Colombie, la République populaire de Chine, la Finlande, l'Australie, la Yougoslavie et le Zimbabwe. La production mondiale d'EGP de première fusion s'élevait, en 1987, à environ 268 millions de grammes, par rapport à 259 millions de grammes en 1986. L'équilibre entre l'offre et la demande mondiales de platine et de palladium figure aux tableaux 4 et 5 respectivement.

Canada

Au Canada, les métaux du groupe du platine sont récupérés par INCO limitée et Falconbridge limitée sous forme de sous-produits de l'extraction et du traitement de minerais de nickel et de cuivre. Les EGP proviennent principalement de minerais extraits dans le bassin de Sudbury bien que de petites quantités d'EGP soient toutefois produites aux installations d'INCO à Thompson, et à la mine Namew Lake des sociétés La compagnie minière et métallurgique de la Baie d'Hudson limitée et Les mines Outokumpu Ltée, également situées au Manitoba.

La production canadienne d'EGP en 1988 a été estimée à 11 500 kg, alors qu'elle atteignait 10 900 kg en 1987. Bien qu'une analyse détaillée de la production canadienne d'EGP ne puisse être publiée en raison du caractère confidentiel de ces données, nous pouvons cependant dire que la production de palladium a été quelque peu supérieure à celle du platine au cours des dernières années. Étant donné l'envergure de ses installations d'extraction de nickel, INCO est de loin le plus important producteur canadien d'EGP.

Outre les EGP récupérés au cours de l'exploitation de nickel et de cuivre, des quantités limitées d'EGP sont extraites de matières importées à la Division ACC de la société Minéraux Noranda Inc., à Montréal, de même qu'à l'usine d'affinage de nickel de Sherritt Gordon Mines Limited, à Fort Saskatchewan, en Alberta. De plus, Noranda récupère des EGP de ferrailles canadiennes et importées. Tout comme la production canadienne d'INCO et de Falconbridge, cette matière est affinée à l'extérieur du Canada.

U.R.S.S.

En U.R.S.S., les EGP sont surtout des sous-produits de la production de nickel et de cuivre. Pendant de nombreuses années, l'U.R.S.S. a exporté vers les pays occidentaux une part considérable de sa production d'EGP et il représente actuellement le plus important fournisseur de palladium sur ce marché.

La production soviétique proviendrait à 85-90 p. 100 de six mines situées dans la région de Norilsk, dans le nord de la Sibérie. D'après le U.S. Bureau of Mines, les minerais de Norilsk contiendrait 9,6 grammes d'EGP par tonne (g/t) qui se répartiraient de la façon suivante : 25 p. 100 de platine, 67 p. 100 de palladium et 8 p. 100 d'iridium, de rhodium, de ruthénium et d'osmium.

TABLEAU 3
PRODUCTION MONDIALE DE MÉTAUX DU GROUPE DU PLATINE, 1984-1987

	1984	1985	1986	1987[p]
		(teneur en kilogrammes)		
EUROPE				
Finlande				
Palladium	34	35	96	90[e]
Platine	33	35	120	120[e]
Yougoslavie[e]				
Palladium	96	103	96	96
Platine	6	8	8	8
Total partiel	**169**	**181**	**320**	**314**
AFRIQUE				
Éthiopie[e]				
Platine alluvionnaire	4	5	5	5
Afrique du Sud				
Métaux du groupe du platine	108 862	115 000	123 000	131 000
Zimbabwe				
Palladium	38	30	35	36
Platine	24	19	26	26
Total partiel	**108 928**	**115 054**	**123 066**	**131 067**
ASIE				
Japon				
Palladium	1 051	1 359	1 453	1 417
Platine	607	691	663	753
Total partiel	**1 658**	**2 050**	**2 116**	**2 170**
AMÉRIQUES				
Canada				
Métaux du groupe du platine	10 369	10 534	12 190	10 390
Colombie				
Platine alluvionnaire	314	362	447	470
É.-U.				
Platine alluvionnaire et métaux du groupe du platine	455	x	x	x
Total partiel	**11 138**	**10 896**	**12 637**	**11 400**
AUSTRALIE				
Palladium	523	476	428	491
Platine	66	95	115	131
Total partiel	**589**	**571**	**543**	**622**
PAYS DE L'EST				
U.R.S.S.[e]				
Platine alluvionnaire et métaux du groupe du platine	115 000	118 000	120 000	121 000
PRODUCTION MONDIALE TOTALE	**237 482**	**246 752**	**258 682**	**267 573**

Source : Énergie, Mines et Ressources Canada.

x : non divulguée, car il s'agit d'une donnée confidentielle de société, non comprise dans le total;

e : donnée estimative;

p : donneé préliminaire

La presqu'île de Kola, l'autre principale source d'EGP en U.R.S.S., représente environ 10 p. 100 de la production soviétique. Les métaux obtenus sont des sous-produits de l'extraction de nickel et de cuivre. Également, des EGP sont récupérés de gisements alluvionnaires situés dans la partie sud de l'Oural, autrefois principale source de production en U.R.S.S. Le total des réserves soviétiques d'EGP est estimé à 6 220 t.

République d'Afrique du Sud

En République d'Afrique du Sud, la production est assurée par trois sociétés : Rustenburg Platinum Holdings Limited, Impala Platinum Holdings Ltd. et Western Platinum Limited. Contrairement au Canada et à l'U.R.S.S., l'Afrique du Sud extrait des minerais principalement en raison de leur teneur en EGP. De plus, la proportion de platine par rapport au palladium est beaucoup plus élevée dans les minerais sud-africains que dans les soviétiques. Les minerais sud-africains proviennent en grande partie du filon de Merensky, situé dans le complexe de roches ignées de Bushveld, au Transvaal. Ces minerais renfermeraient en moyenne 3,24 g/t de platine, 1,37 g/t de palladium et 0,7 g/t d'autres EGP ainsi que des quantités appréciables d'or, de nickel et de cuivre.

Les zones UG-2 (Upper Group Chrome) et Platreef du complexe de Bushveld renferment, elles aussi, d'importantes réserves d'EGP. Malgré la profondeur des gisements rendant l'exploitation un peu plus difficile, le minerai d'UG-2 représente une proportion croissante de la production sud-africaine. Cette tendance se

TABLEAU 4

OFFRE ET DEMANDE DE PLATINE, PAYS OCCIDENTAUX, 1981 ET 1987

	1981	1987
	(en milliers de grammes)	
Offre		
Afrique du Sud	55 986	78 381
Canada	4 043	4 354
Autres	933	1 244
Total partiel	**60 963**	**83 979**
Ventes de l'U.R.S.S.	11 508	12 441
Total	**72 471**	**96 421**
Demande		
Europe de l'Ouest	13 063	17 418
Japon	35 769	51 321
Amérique du Nord	21 772	27 993
Autres pays occidentaux	4 977	5 599
Total	**75 581**	**102 330**
Ventes des pays occidentaux au Comecon et à la Chine	933	933
Mouvements dans les stocks	(4 043)	(6 843)
Total	**72 471**	**96 421**

Source : Johnson Matthey Public Limited Company.
À noter : les données originales étaient exprimées en onces; les totaux ont été arrondis.

TABLEAU 5

OFFRE ET DEMANDE DE PALLADIUM, PAYS OCCIDENTAUX, 1981 ET 1987

	1981	1987
	(en milliers de grammes)	
Offre		
Afrique du Sud	28 304	33 903
Canada	4 977	5 910
Autres	2 177	2 799
Total partiel	**35 458**	**42 612**
Ventes de l'U.R.S.S.	44 478	55 675
Total	**79 936**	**98 287**
Demande		
Europe de l'Ouest	9 331	17 262
Japon	25 505	44 167
Amérique du Nord	25 505	32 970
Autres pays occidentaux	4 666	5 443
Total partiel	**65 006**	**99 842**
Mouvements dans les stocks	14 930	(1 555)
Total	**79 936**	**98 287**

Source : Johnson Matthey Public Limited Company.
À noter : les données originales étaient exprimées en onces; les totaux ont été arrondis.

maintiendra probablement à mesure que les sociétés épuiseront les régions facilement exploitables du filon de Merensky.

La zone UG-2, qui contient beaucoup plus de palladium et de rhodium, mais moins de platine que le filon de Merensky, renferme en moyenne 2,46 g/t de platine, 2,04 g/t de palladium, 0,72 g/t de ruthénium, 0,54 g/t de rhodium ainsi que 0,21 g/t d'iridium et d'osmium.

Les réserves sud-africaines d'EGP, calculées jusqu'à une profondeur de 1 200 m, sont estimées à 75 000 t. Le Geological Survey of South Africa a toutefois laissé entendre, dans un rapport publié récemment, que les réserves sud-africaines d'EGP pourraient s'avérer un peu plus importantes, étant donné la preuve récente que le complexe de Bushveld s'étend bien au-delà des limites connues.

Rustenburg, le plus important producteur sud-africain, exploite les mines Rustenburg, Union et Amandelbult, du complexe de Bushveld, et il gère la mine Atok pour le compte de sa filiale, le Lobowa Platinum Mines Limited. La capacité de production des mines relevant de Rustenburg et de Lobowa est estimée à 65 300 kg d'EGP par année. Les plans d'expansion actuels de Rustenburg sont axés sur une collaboration ou une association avec Lobowa Platinum et prévoient d'agrandir fortement la mine Atok, ce qui pourrait faire passer la production de 1 550 kg à 4 350 kg d'ici 1992. Quant à la mine Maandagshock, dont la mise en exploitation est prévue pour 1991, elle devrait produire dans un premier temps 5 900 kg de métaux. Si la conjoncture du marché est favorable, une autre mine située à Potgietersrus pourrait, elle aussi, être exploitée dans les années 1990.

Impala Platinum, deuxième plus important producteur d'EGP d'Afrique du Sud, exploite les mines adjacentes de Bafokeng Nord et Sud et de Wildebeestfontein Nord et Sud, ainsi

qu'une raffinerie à Springs. La capacité de production de cette société serait d'environ 52 900 kg par année.

Par l'entremise de Gazelle Platinum Limited, sa filiale en propriété exclusive, Impala procède à la mise en valeur de la mine Karee, située près de Marikana. Les réserves de cette mine équivalent à environ 130 millions de tonnes (Mt) de minerai du filon de Merensky et à 180 Mt de minerai du filon UG-2. La teneur moyenne estimative pour les deux zones varie de 5 g/t à 5,5 g/t. La société a l'intention d'exploiter la mine en 1990-1991 et d'en extraire 3 100 kg de platine par année, chiffre qui devra atteindre par la suite 9 300 kg par année. Une partie au moins de la production de la mine Karee servira à compenser la diminution prévue de la production actuelle d'Impala.

Western Platinum Limited, propriété de Lonrho S.A. Ltd. est plus petit producteur en Afrique du Sud, exploite une mine dans le district de Marikana, au Transvaal, à l'est de l'installation de Rustenburg. Sa capacité de production d'EGP est estimée à 8 500 kg par année. Cependant, des travaux d'expansion en cours la feront passer à environ 15 000 kg par année.

Outre les travaux d'expansion actuellement entrepris par les trois producteurs sud-africains, cinq autres mines pourraient être exploitées à moyen terme. Northam Platinum Limited, qui appartient pour 72,6 p. 100 à Gold Fields of South Africa Limited, prépare l'exploitation d'une nouvelle mine d'EGP située au sud-est de la section Amandelbult de Rustenburg Platinum. Cette mine, dont l'exploitation devrait débuter en 1992, n'atteindra qu'en 1994 sa pleine capacité de production de 11 000 kg par an. Les réserves totaliseraient, à cet endroit, 163 millions de tonnes de minerai renfermant 10,1 g/t d'EGP ainsi que de l'or.

Rand Mines Ltd. est en train d'aménager deux nouvelles mines, par l'entremise de sa filiale, la Barplats Investments Ltd. La mise en valeur la plus avancée est celle de la mine Lefkochrysos, qui a fait l'objet d'une prise de contrôle par Barplats en septembre 1988, au détriment de Golden Dumps (Proprietary) Limited.

L'exploitation de la mine, située près de la ville de Brits au Transvaal occidental, devrait débuter en 1989 et atteindre, d'ici 1990, une production fixée dans un premier temps à environ 8 700 kg d'EGP par année. Au cours de la période de production initiale, l'activité minière se limitera à la zone UG-2, dont les réserves à cet endroit sont estimées à 125 Mt de minerai contenant des EGP à raison de 5,9 g/t ainsi que de l'or.

La mine Rhodium Reefs, située au Transvaal oriental, est la deuxième mine en voie d'aménagement. En premier lieu, le filon UG-2 y sera exploité. Au cours de la période de production initiale, cette mine, dont l'exploitation est prévue pour 1991, produira annuellement environ 10 000 kg d'EGP ainsi que de l'or pour atteindre finalement une production de 15 500 kg par année.
À Rhodium Reefs, le filon UG-2 contiendrait des réserves totalisant 84 Mt de minerai renfermant 6,28 g/t d'EGP ainsi que de l'or. Au même emplacement, le filon de Merensky recèle 48 Mt de minerai d'une teneur de 3,9 g/t.

Messina Ltd. a, elle aussi, prévu l'aménagement d'une nouvelle mine d'EGP dans le nord-est du Transvaal. Cette mine devrait commencer à être exploitée en 1992 et atteindre d'ici 1993 une capacité de production d'environ 8 400 kg d'EGP par année. En 1988, Impala Platinum a négocié pour acheter Messina à Sanlam Investment Corp. Ltd., leur société mère commune. Enfin, parmi les autres mises en valeur possibles de gisements d'EGP en Afrique du Sud, notons la mine que Severin Mining Development se propose d'ouvrir dans le Transvaal oriental. Les teneurs du minerai sont assez élevées à cet emplacement, mais les filons UG-2 et de Merensky se trouvent à une profondeur notable.

États-Unis

Stillwater Mining Company, propriété conjointe de Chevron Resources Company et de Manville Corporation, est la seule société qui produit des EGP de première fusion aux États-Unis. En mars 1987, la société a mis en exploitation une mine de palladium et de platine creusée dans le complexe de Stillwater,

au Montana. Depuis, la production n'a pas cessé d'augmenter pour atteindre, à la fin de 1988, le taux annuel estimatif de 3 500 kg de palladium et de 1 200 kg de platine. Par la mise en valeur d'une deuxième mine à cet emplacement, la société espère accroître la production de 50 p. 100 d'ici 1991.

À l'heure actuelle, le minerai concentré produit aux installations de Stillwater est traité en Belgique par Métallurgie Hoboken-Overpelt SA. Toutefois, les associés de Stillwater envisagent la construction d'une usine de fusion près de l'emplacement de la mine.

Australie

En Australie, Western Mining Corporation Limited, la seule entreprise qui produit des EGP, récupère de petites quantités de palladium et de platine comme sous-produits de l'exploitation minière de nickel. Tout comme au Canada, l'exploration s'est beaucoup intensifiée en Australie au cours des dernières années et ce, en raison de la hausse des prix des métaux du groupe du platine. Parmi les régions les plus intéressantes, se trouvent celles de Yilgarn, Pilbara et Halls Creek en Australie occidentale, la South Alligator Valley dans le Territoire du Nord, les régions de Broken Hill et de Fifield en Nouvelle-Galles du Sud, et la Tasmanie. L'un des projets les plus prometteurs est l'exploitation du gisement Munni Munni d'Hunter Resources Ltd., dans la région de Pilbara, en Australie occidentale, où a été décelée la présence d'or et de minerais d'une teneur en EGP pouvant atteindre 4,3 g/t. Dans la South Alligator Valley, le gisement d'or et de platine de Coronation Hill est actuellement exploré par BHP Gold Mines Ltd., Noranda Australia Ltd. et Electrolytic Zinc Co. En se basant sur les travaux préliminaires, ces sociétés ont dit que ce gisement avait une teneur en or de 7,72 g/t et une teneur en platine et en palladium de 1,76 g/t. Dans la région de Fifield où, déjà au début de ce siècle, des EGP avaient été produits en quantité limitée, Helix Resources a déterminé des teneurs en platine et en palladium s'élevant respectivement jusqu'à 14 g/t et 1 g/t.

Autres pays

La recherche se poursuit également dans les autres pays d'Océanie comme la Nouvelle-Zélande, l'Indonésie et la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Enfin, des gisements d'EGP situés au Brésil, au Groenland, au Zimbabwe, en Équateur et en République d'Irlande suscitent un vif intérêt.

Recyclage

Dans les pays occidentaux, la récupération à partir de sources secondaires, comme les catalyseurs industriels usagés, les pièces électroniques mises au rebut et les bijoux, constitue une importante source d'approvisionnement en EGP. Selon une estimation du U.S. Bureau of Mines, le recyclage aux États-Unis a permis d'obtenir environ 42 000 kg d'EGP en 1987, y compris les quelque 7 500 kg recyclés sans avoir recours au système de redevance à partir de matières achetées.

Le recyclage des dispositifs catalytiques pour automobiles usées représente une source d'EGP de plus en plus exploitée qui pourrait, un jour, devenir importante. Vu la hausse des prix des métaux au cours des dernières années, la concurrence pour l'obtention des pots catalytiques usagés s'est intensifiée dans l'industrie de la ferraille. Johnson Matthey a estimé à 4 700 kg la quantité totale de déchets de platine récupérés en 1988 à partir des dispositifs catalytiques pour automobiles.

Bien que les États-Unis soient les plus grands producteurs de déchets d'EGP provenant de pots catalytiques, ils font affiner entre 65 p. 100 et 75 p. 100 de la quantité totale de cette matière à l'extérieur du pays, particulièrement au Japon. Aux États-Unis, c'est Texasgulf Inc. qui recycle le plus de pots catalytiques usagés.

En 1988, Platinum Lake Technology Inc. de Toronto a annoncé la construction d'une installation pilote de récupération secondaire à Mississauga, en Ontario. Selon des rapports publiés, l'usine se servira d'un nouveau procédé de lixiviation hydrométallurgique fondé sur l'utilisation d'un réactif breveté à base de chlore (système CRO/REDOX).

Le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) a collaboré avec Platinum Lake pour mettre au point cette technologie. Les mises à l'essai initiales seront axées sur la récupération d'EGP à partir de déchets de dispositifs catalytiques. Le procédé pourrait toutefois être utilisé pour récupérer des EGP à partir de sources primaires.

On peut voir, à la surface de la roche, une intrusion qui possède une stratification typique des dépôts renfermant des EGP (photo: International Platinum Corporation).

GISEMENTS D'ÉLÉMENTS DU GROUPE DU PLATINE

Description géologique

Les EGP se trouvent dans plusieurs types de formations géologiques et sont presque tous associés à des roches ignées mafiques et ultramafiques (roches de couleur foncée riches en magnésium et en fer, qui se sont formées dans les profondeurs de la croûte terrestre ou dans le manteau sous-jacent). Les EGP se présentent sous plusieurs formes :

1) Principalement comme minéraux d'EGP, mais également, en de petites quantités toutefois, sous forme de solution solide (dans les réseaux cristallins) de certains sulfures, arséniures et sulfarséniures associés à des roches mafiques ou ultramafiques.

2) Comme minéraux d'EGP associés à de petites quantités (de 1 à 5 p. 100) de sulfures de nickel, de cuivre et de fer, dont certains renferment également des EGP sous forme de solution solide concentrée dans des zones ou couches minces au sein de roches mafiques et ultramafiques.

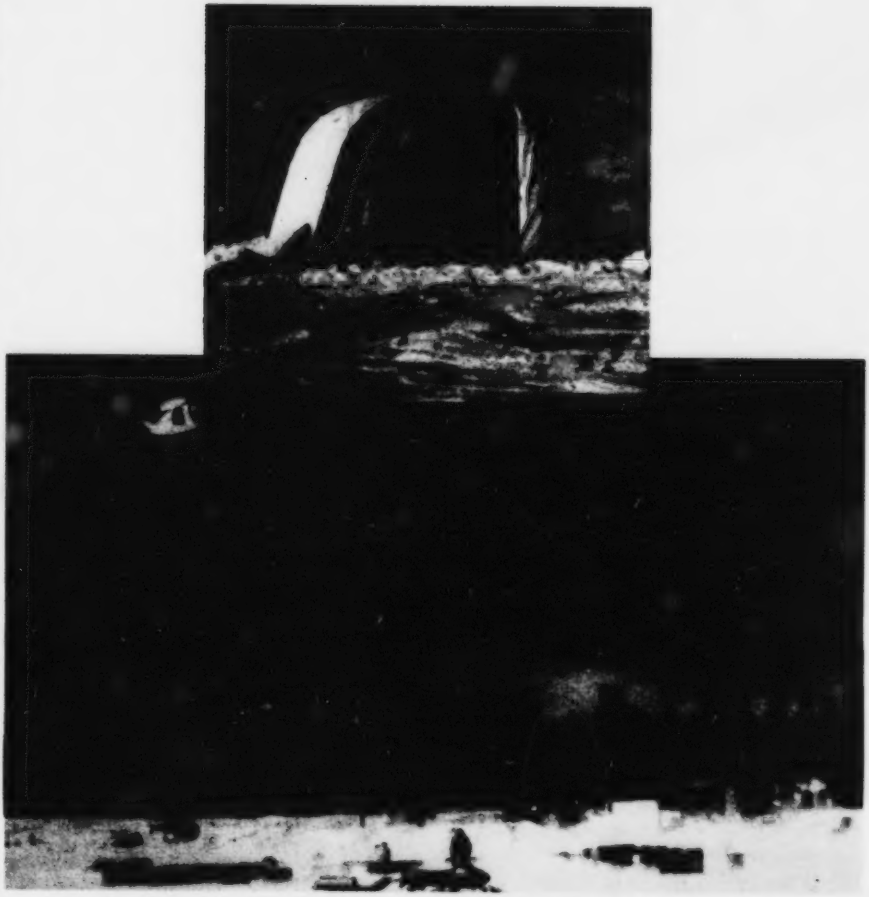
3) Sous forme d'EGP naturels ou d'alliages d'EGP et de fer ou d'autres minéraux d'EGP associés à la chromite.

Le complexe de roches ignées de Bushveld, situé en République d'Afrique du Sud, constitue le gisement d'EGP de loin le plus connu au monde. Ce complexe est une intrusion de roches ignées stratifiées de la forme d'une soucoupe de 420 km de long sur 240 km de large et d'une épaisseur de 15 km. Les dépôts d'EGP se trouvent dans les couches inférieures de roches mafiques et ultramafiques dont la stratification complexe a une épaisseur variant de 7 à 9 km. L'existence d'au moins quatre zones principales d'EGP et de plusieurs autres zones d'EGP beaucoup moins importantes a été décelée jusqu'à présent dans le complexe de Bushveld. Ces zones se présentent sous forme de quatre ou cinq types de dépôts d'EGP différents.

Les quatre zones d'EGP les plus connues du complexe de Bushveld sont si grandes que chacune d'entre elles contient assez de minerais pour combler 100 fois l'ensemble des besoins mondiaux en EGP pour 1986. De plus, d'autres zones de cette importance pourraient être découvertes dans ce même complexe. Outre le minerai d'EGP, l'intrusion contient d'autres minerais distincts de chrome et de fer ainsi que de l'apatite, un phosphate naturel.

Le gisement le plus connu du complexe de Bushveld est le filon de Merensky, duquel provient la majeure partie de la production sud-africaine. Le Canada compte plusieurs gisements de ce type dont le plus connu et le plus prometteur est l'intrusion de Muskox, dans les Territoires du Nord Ouest. Les gisements Big Trout Lake et Fox River Sill, situés respectivement en Ontario et au Manitoba, se classent peut-être parmi les gisements de ce type.

Au Canada, d'autres types de gisements présentent un intérêt considérable du point de vue de la recherche de platine ou encore constituent déjà des sources importantes de métaux de ce groupe. Les EGP sont récupérés comme sous-produits de l'extraction de sulfures massifs de nickel, de cuivre et de fer contenus dans des roches gabbroïques et situés près de la base du complexe de roches ignées de Sudbury. Ces minerais ont une teneur moyenne en EGP d'environ 1 g/t (la teneur de certains gisements est de 3 g/t) et contiennent une quantité presque égale de platine et de palladium. Les réserves récupérables d'EGP, du district de Sudbury, s'élèvent au total à environ 370 000 kg. Et, d'autres réserves seront certainement découvertes un jour.



Sites d'exploration à Big Trout Lake, dans le nord-ouest de l'Ontario, et à l'emplacement de l'intrusion de Muskox, dans les Territoires du Nord Ouest (photo: International Platinum Corporation).

Le Canada possède un autre type de gisement qui pourrait abriter des quantités appréciables d'EGP. Il s'agit du type Norilsk, qui doit son nom aux importants gisements de cuivre, de nickel et d'EGP de l'U.R.S.S. Ce type de gisement comprend des veines sulfurées disséminées et des dépôts de cuivre et de nickel massifs qui se trouvent près de la base des intrusions qui ont servi de filons nourriciers pour les basaltes de coulées de laves. Ces intrusions étaient composées de couches de gabbros (mafiques) mais aussi de roches ultramafiques. Les minéraux sulfurés se sont apparemment formés lorsque le magma fondu a pénétré et digéré d'importantes quantités de gypse et de charbon. Des gouttelettes sulfurées, qui se sont alors créées et ont capté le cuivre, le nickel et les EGP du magma, se sont accumulées pour finalement constituer des minerais. L'intrusion de Crystal Lake, située en Ontario, représente à ce jour le plus important gisement de ce type au Canada.

Un autre type de gisement d'EGP, au Canada, se trouve à l'emplacement de dépôts de nickel et de cuivre situés dans des zones de roche verte datant du précambrien. Ces dépôts sont composés de masses lenticulaires irrégulières de sulfures de fer, de nickel et de cuivre enchâssées dans des roches ignées dont l'origine est liée à celle des roches volcaniques de couleur verte. Ce vaste type de gisement se

subdivise en deux sous-types appelés Pechanga et Kambalda (Komatiite). Le sous-type Kambalda (Komatiite) comprend la zone nickélifère de Thompson, le gisement de nickel Namew Lake, au Manitoba, et le gisement de nickel Dumont, au Québec. Plusieurs gisements de l'Ungava, au Québec, présentent une géologie semblable.

L'alpin (ophiolite) est un autre type de gisement d'EGP pouvant revêtir une certaine importance pour le Canada. Les ophiolites sont des roches ultramafiques composées de morceaux de la croûte océanique et du manteau sous-jacent qui ont été incorporés (à l'état solide) dans la masse au cours d'une orogénèse. Certains de ces complexes à ophiolite comprennent des gisements de chromite relativement petits qui ont une teneur maximale en EGP de 0,9 g/t.

Les gisements d'EGP du type «intrusion ultramafique zonée» situés au Canada sont aussi très intéressants. Les intrusions ultramafiques zonées peuvent contenir des enveloppes ou des zones concentriques naturelles de roches mafiques et ultramafiques entourant des noyaux de dunite (la dunite est une roche ultramafique de couleur verte contenant environ 90 p. 100 du minéral appelé «olivine» ($(Mg, Fe)_2SiO_4$). Les EGP sont souvent présents dans les zones centrales à l'intérieur desquelles se trouve de la chromite. Ces zones, pauvres en sulfure et riches en chromite, peuvent contenir des quantités exploitables de magnétite, un minéral de fer. Les EGP sont largement présents dans les alliages de platine et de fer. Également, il s'en trouve un peu sous forme de platiniridium. Au Canada, ces intrusions ultramafiques, contenant des EGP, ont été mises en place au cours d'orogénèses et constituent le sous-type alaskien. La Colombie-Britannique compte plusieurs gisements de ce type, dont l'intrusion ultramafique de Tulameen est peut-être la plus connue.

Le Canada recèle d'autres dépôts prometteurs d'EGP contenus dans des gisements de types différents, dont certains sont d'origine hydrothermale comme les filons de quartz aurifères, ou encore dans des roches altérées par des processus hydrothermaux. Parmi les gisements de ce type, les plus intéressants sont les gisements Rathbun Lake, en Ontario, et Mother Lode, en Colombie-Britannique, ainsi que la région de Beaverlodge, dans le nord de la Saskatchewan.

Le gisement situé près de Marathon, au nord du lac Supérieur, en Ontario, constitue un autre gisement unique. Il comprend des sulfures de fer, de nickel et de cuivre disséminés dans une zone gabbroïque de l'intrusion composite et complexe de Coldwell. Les roches intrusives sont alcalines, c'est-à-dire qu'elles contiennent plus de sodium et de potassium que la normale.

Situation au Canada

Bien que l'exploration soit intense au Canada, la société Les Mines Madeleine ltée a été la première à annoncer la mise en valeur d'un gisement d'EGP. Les plans de la société à l'égard du gisement Lac des Iles, sur lequel elle détient une option, prévoient l'aménagement d'une mine à ciel ouvert où le taux d'extraction sera d'environ 2 700 tonnes de minerai par jour. La production prévue de la mine est estimée à quelque 2 400 kg d'EGP par année. D'après la société, les coûts d'extraction et de broyage s'élèveront à 9,90 $ la tonne de minerai. Les réserves de la zone cible Roby sont évaluées à plus de 20 Mt de minerai d'une teneur en EGP de 6,4 g/t contenant apparemment une proportion de platine de 1 pour 7 par rapport au palladium. Ces réserves contiennent également de l'or à raison de 0,69 g/t ainsi que 0,25 p. 100 de cuivre et de nickel.

Bien que la construction d'un concentrateur et les autres travaux préliminaires à l'emplacement de la mine soient avancés, une décision relative à la production a été reportée jusqu'à ce que le traitement du minerai concentré provenant du broyeur soit prévu par des arrangements.

Activités d'exploration au Canada

De nombreuses régions du Canada ont un potentiel en EGP appréciable. La figure 2 indique quelques régions des plus prometteuses.

Forage au diamant au lac des Îles, dans le nord-ouest de l'Ontario (photo: Les Mines Madeleine ltée).

Enlèvement du mort-terrain sur la concession de métaux du groupe du platine - région du lac des Îles, dans le nord-ouest de l'Ontario. (Photographie utilisée avec la permission des Mines Madeleine ltée)

La partie de la fosse du Labrador située au Québec renferme au moins 13 gisements de cuivre et de nickel. Le Groupe Platine de la fosse inc., l'une des principales sociétés d'exploration, a découvert plusieurs gisements de teneurs élevées en EGP, en nickel et en cuivre dans la région du lac Bleu, près de Schefferville. Au cours de 1988, cette société a signalé qu'elle avait découvert de nouvelles réserves dans des propriétés situées dans la division minière Gerido. Appelés Chrysler North et Chrysler South, les deux gisements aurifères découverts avaient une teneur maximale en EGP de 7,55 g/t.

De vastes gisements d'une teneur élevée en nickel et en cuivre et renfermant des EGP ont été découverts dans la zone de Cape Smith, dans l'Ungava (nord du Québec). Les sociétés Falconbridge ltée, Les ressources Oasis inc. et Les mines Messeguay inc. ont signalé que leur mine Delta Sill produisait des minerais d'une teneur en EGP allant jusqu'à 7,8 g/t.

Outre Les mines Madeleine limitée, d'autres sociétés procèdent à des travaux d'exploration au lac des Îles, en Ontario, notamment American Platinum Inc. et Heenan Senlac Resources Ltd. Plus à l'ouest dans la même zone d'intrusions mafiques et ultramafiques,

Fleck Resources Ltd. peut acquérir 50 p. 100 des parts de la propriété Bedivere Lake de Coventry Ventures Inc. en dépensant la somme d'un million de dollars d'ici septembre 1994. Plus à l'ouest encore, Fleck collabore avec St. Joe Canada Inc. à un programme d'exploration touchant la coentreprise Kawene.

gisement, peut acquérir 51 p. 100 des parts en dépensant d'ici le 31 mai 1989 la somme de 2 millions de dollars et en présentant une étude de faisabilité. Toujours en Ontario, une propriété située à Big Trout Lake est actuellement explorée par le «PGM Syndicate», une coentreprise regroupant International

Construction d'une usine de traitement des minéraux sur la concession de métaux du groupe du platine - région du lac des Îles. (Photographie utilisée avec la permission des Mines Madeleine ltée)

Le gisement Marathon de Fleck Resources Ltd. figure parmi les autres emplacements prometteurs en Ontario. Dans l'ensemble, le gisement contient 9 Mt de minerai d'une teneur en EGP de 1,87 g/t ou 53 Mt de minerai d'une teneur en EGP de 1,11 g/t. Ce gisement renferme également 24 g/t d'EGP, 1,6 g/t d'or, 25 g/t d'argent, 2,4 p. 100 de cuivre, 0,79 p. 100 de nickel et 0,51 p. 100 de cobalt. Euralba Mining Ltd., qui détient une option sur le

Platinum Corporation, Degussa AG et Jenkim Holdings (Canada) Limited. Selon les résultats d'un essai préliminaire effectué à Big Trout Lake, les teneurs en EGP s'élèveraient à 9,6 g/t.

Au Manitoba, International Platinum Corporation possède plusieurs gisements d'EGP, notamment le Fox River, dans le nord-est, et le Reed Lake, dans le centre-ouest. En Saskatchewan, Kasner Group of Companies

Travaux d'exploration dans l'Ungava, au Québec (photo: International Platinum Corporation).

Figure 2

participe à plusieurs projets de recherche de gisements d'or et d'EGP dans la région de Beaverlodge. Après des travaux préliminaires sur le terrain, la société a signalé qu'elle avait relevé des teneurs exceptionnelles en or, en platine et en palladium dans les régions des baies Fish Hook et Nicholson. En Colombie-Britannique, la prospection de plusieurs régions donne à espérer, surtout dans le vieux camp minier Franklin, près de Grand Forks, et à Tulameen, à l'ouest de Princeton. Autrefois, du platine a été récupéré de gisements d'or alluvionnaire situés aux rivières Similkameen et Tulameen.

Actuellement, au Yukon, All-North Resources Ltd. (propriété de Galactic Resources Ltd. pour 68 p. 100) et Chevron Minerals Ltd. mènent à bien un programme d'exploration à l'emplacement de l'ancienne mine de nickel Wellgreen, à 350 km au nord-ouest de Whitehorse, dans le district de Kluane. Selon des calculs, les réserves probables s'élèveraient à 16,4 Mt de minerai renfermant 0,3 p. 100 de nickel, 0,7 g/t de platine, 0,4 g/t de palladium et 0,5 p. 100 de cuivre. Dans les Territoires du Nord Ouest, International Platinum et Equinox Resources Ltd. participent, de concert avec Technigen Platinum Corporation, à des programmes de prospection de l'intrusion de Muskox dans la région de la rivière Coppermine. Et près de Rankin Inlet, Asamera Minerals Inc. a entrepris des travaux d'envergure sur le terrain pour déceler la présence de minerais contenant du nickel, du platine et du palladium.

Le Canada semble posséder d'importantes ressources en métaux du groupe du platine. Cependant, l'industrie ne prendra probablement pas son essor de la même façon qu'en Afrique du Sud. Bien que le complexe de Bushveld renferme des réserves considérables par rapport aux gisements découverts au Canada, ses gisements plus minces, comme le filon de Merensky, ne seraient pas exploitables s'ils étaient situés au Canada. Les épaisseurs d'exploitation, inférieures à un mètre dans certains cas, empêchent la mécanisation des activités. Pour cette raison, mais aussi parce que de nombreuses zones de production possible au Canada renferment des proportions relativement élevées de palladium par rapport au platine, seuls les gisements à forte teneur devraient être exploités, dans ce pays, selon des méthodes d'abattage en masse bon marché.

ENRICHISSEMENT DES MINERAIS CONTENANT DES EGP

Canada

Comme il a été mentionné précédemment, la récupération des éléments du groupe du platine contenus dans les minerais de nickel et de cuivre de Sudbury représente la majeure partie de la production canadienne de première fusion. Le reste de la production provient principalement de la récupération d'EGP à partir des minerais de nickel extraits à Thompson, au Manitoba.

Les éléments du groupe du platine se retrouvent sous forme de minéraux du groupe du platine au sein des réseaux cristallins de certains minéraux sulfurés, comme la pentlandite ou la pyrrhotite, ou dans des minéraux d'arséniure et de sulfarséniure, comme la nickéline (NiAs) et le cobaltite (CoAsS). Au cours du traitement aux installations d'Inco, les EGP et une bonne partie des minéraux du groupe du platine, notamment les minéraux du groupe du platine libres ou partiellement dégagés, sont récupérés en même temps que les sulfures pendant la flottation du sulfure qui permet d'isoler les sulfures de cuivre et de nickel ainsi que la pyrrhotite.

Avant 1983, environ 70 p. 100 des EGP étaient récupérés à partir des concentrés de cuivre et de nickel en vrac qui provenaient de minerai renfermant 1,4 g/t d'EGP et de l'or. Les proportions approximatives entre le platine, le palladium et le rhodium sont de 0,47, 0,49 et 0,04.

Les techniques de concentration du nickel et du cuivre utilisées aux usines Falconbridge et Strathcona de Falconbridge sont presque semblables à celles qu'utilise INCO, sauf que la séparation du nickel et du cuivre du concentré composite n'est pas effectuée dans l'usine.

Ailleurs dans le monde

Minerai du filon de Merensky

En République d'Afrique du Sud, la technique de flottation de sulfure composite est utilisée pour concentrer les minéraux du groupe du platine contenus dans le minerai du filon de Merensky. À l'usine représentative, des minerais comprenant de l'or et 7,4 g/t d'EGP (Pt:Pd:Rh = 0,68:0,29:0,03) sont traités. De 82 p. 100 à 85 p. 100 des EGP sont récupérés, ainsi que l'or contenus dans un concentré de nickel et de cuivre de flottation renfermant 66 g/t d'EGP et de l'or.

Minerai du filon UG-2

La couche de chromitite UG-2 du complexe de Bushveld, situé en Afrique du Sud, se trouve de 30 à 400 m sous le filon de Merensky. Les minéraux du groupe du platine de cette zone ont des grains plus fins et la répartition des divers EGP est quelque peu différente. Les minéraux du groupe du platine se retrouvent surtout en association avec des sulfures de métaux communs, mais également près de ces sulfures, sous forme de minéraux distincts enfouis dans des silicates.

Complexe de Stillwater, Montana, É.-U.

Le minerai de la nouvelle mine Stillwater, située au Montana, est semblable, du point de vue minéralogique, à celui du filon de Merensky, en Afrique du Sud. Sa qualité est toutefois supérieure et il contient proportionnellement beaucoup plus de palladium que de platine (3,5:1). Le concentré, produit par flottation du sulfure composite, est expédié en Belgique où sont extraits et affinés les EGP.

Les nouvelles installations d'affinage de métaux précieux d'INCO à Port Colborne, en Ontario, où se fait le semi-affinage des métaux du groupe du platine. (Photographie utilisée avec la permission d'INCO Limitée).

EXTRACTION ET AFFINAGE DES EGP DE SOURCES PRIMAIRES

Canada

C'est à leurs usines de fusion qu'INCO et Falconbridge extraient les EGP des concentrés de nickel et de cuivre provenant de Sudbury, en Ontario. Chez INCO, le concentré de nickel est partiellement grillé et est ensuite fondu dans un four à réverbère afin de produire une matte de nickel contenant les EGP. Suite à un enrichissement plus poussé dans des convertisseurs, la matte voit sa teneur augmenter; elle est ensuite coulée dans des moules et refroidie lentement en vue de produire des grains plus gros avant son passage dans le circuit de traitement. Dans ce circuit, les méthodes de séparation magnétique et de flottation sont appliquées pour produire un concentré de nickel magnétique contenant la majeure partie des EGP ainsi que des concentrés à teneur élevée en nickel et en cuivre. Le concentré magnétique est traité à la raffinerie de nickel Copper Cliff afin de récupérer du nickel de grande pureté. Les résidus provenant de la raffinerie de nickel sont lixiviés sous pression à la raffinerie de cuivre Copper Cliff pour récupérer du cuivre, du nickel et du cobalt résiduels, et ils sont ensuite expédiés à la raffinerie Acton d'INCO, au Royaume-Uni, où se fait la récupération des EGP et des autres composants.

Le concentré de cuivre provenant de la séparation de la matte et le concentré de cuivre principal sortant des usines d'INCO sont traités à l'usine de fusion de cuivre Copper Cliff. Les concentrés sont soumis à une fusion rapide afin de produire une matte de cuivre contenant les EGP ainsi qu'un laitier de rebut. Grâce à l'affinage électrolytique, des schlamms contenant les EGP sont obtenus pour être ensuite expédiés à la raffinerie Acton.

Chez Falconbridge, le concentré de nickel et de cuivre composite est partiellement grillé et est ensuite fondu dans un four électrique afin de produire une matte et un laitier de rebut. La matte, qui est enrichie davantage dans des convertisseurs, devient une matte à teneur élevée en nickel et en cuivre contenant les EGP. Cette matte est envoyée à la raffinerie Kristiansand de Falconbridge, en Norvège, où le nickel, le cuivre et le cobalt sont récupérés par lixiviation, purification et extraction électrolytique. Les résidus de la lixiviation sont traités afin d'en récupérer les EGP.

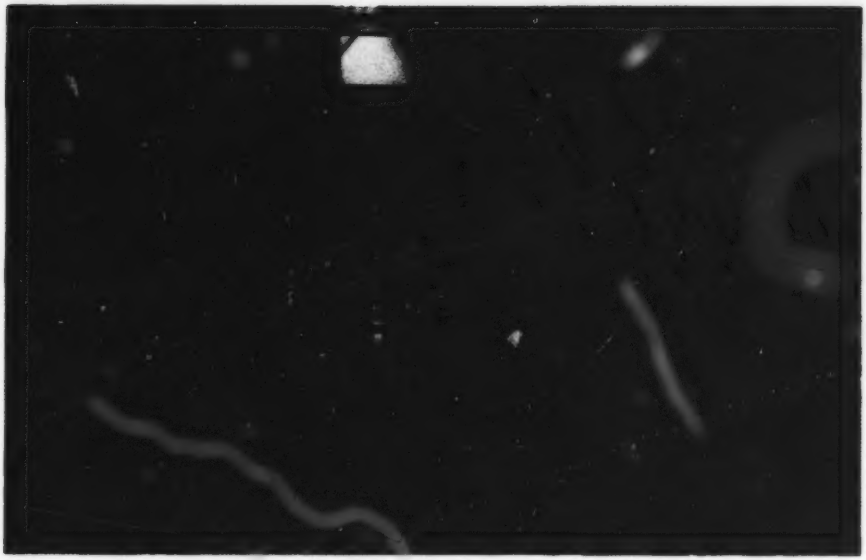
À l'usine de fusion Thompson d'INCO, située à Thompson, au Manitoba, les EGP et le cuivre sont récupérés sous forme d'une matte à teneur élevée en nickel et en cuivre, qui est expédiée à l'usine de traitement de matte située à Sudbury.

Au Canada, la récupération globale d'EGP dans les usines de fusion de nickel et de cuivre est supérieure à 95 p. 100.

Les EGP sont récupérés des schlamms de l'anode de cuivre dans cette même Division ACC de la société Minéraux Noranda inc. de Montréal-Est, au Québec, où est affiné le cuivre produit à l'usine de fusion Horne de Noranda. Les sources d'EGP sont soit des concentrés de cuivre et d'or, soit des rebuts métalliques traités à l'usine de fusion de cuivre ou encore une combinaison des deux. Noranda vient d'installer un nouveau système de traitement hydrométallurgique à la Division ACC afin de séparer les EGP de l'or et de les récupérer dans un précipité composite.

Ailleurs dans le monde

À l'étranger, la plupart des producteurs d'EGP extraient ces métaux de schlamms anodiques, de concentrés ou de matte. Les trois raffineries d'Afrique du Sud produisent surtout des EGP à partir de mattes de cuivre et de nickel. Deux de ces producteurs (Impala Platinum Holdings



Quelques-uns des nombreux bacs utilisés à une raffinerie de métaux précieux située à Acton, au Royaume-Uni (photo: INCO Limitée).

Ltd. et Western Platinum Limited) utilisent la technologie de la lixiviation à l'acide sulfurique sous pression, mise au point par Sherritt Gordon, pour enlever et récupérer le cuivre, le nickel et le cobalt avant de procéder au traitement permettant de produire des EGP. L'autre producteur (Rustenburg Platinum Holdings Limited) se sert d'une version modifiée du procédé élaboré par Sherritt.

La plus importante raffinerie d'Afrique du Sud est l'usine Wadeville, propriété de Rustenburg, située à Germiston. Cette usine peut produire près de 62 tonnes d'EGP par année. Rustenburg a l'intention de remplacer cette installation en 1989 par une nouvelle raffinerie exploitant la technologie de l'extraction par solvant (procédé Solvex), mise au point et ensuite appliquée dans une importante usine pilote située à la raffinerie Royston, au Royaume-Uni. Cette raffinerie appartient à Matthey Rustenburg Refiners (Pty) Limited.

Outre les raffineries sud-africaines, il y a deux raffineries au Royaume-Uni, deux ailleurs en Europe et une au Japon qui produisent en occident le reste des EGP affinés de sources primaires. À l'extérieur de l'Afrique du Sud, les plus importantes raffineries sont celles d'Acton, d'INCO, et de Royston, de Matthey Rustenburg, toutes deux situées au Royaume-Uni. Leur capacité de production respective est estimée à 11 et à 16 tonnes par année.

EXTRACTION ET AFFINAGE DES EGP DE SOURCES SECONDAIRES

Monde

Depuis 1975, l'industrie automobile consomme beaucoup de platine et de palladium dans la fabrication des pots catalytiques. La quantité d'EGP récupérés aux États-Unis à partir de cette source secondaire est estimée à 6 000 kg par année. Parmi les autres sources secondaires d'EGP, se trouvent les rebuts provenant des secteurs de l'électricité et de l'électronique, les catalyseurs utilisés dans les industries de la pétrochimie, de la céramique et du verre, et les déchets provenant de la joaillerie, de la dentisterie et de la médecine.

La récupération d'EGP à partir de sources secondaires s'effectue surtout dans les usines de fusion et les raffineries traitant les sources primaires. Cependant, la récupération à partir de réacteurs catalytiques a débouché sur la mise au point de nouvelles installations et techniques de traitement spécialement conçues pour cette source secondaire. Aux États-Unis, quatre procédés différents sont utilisés par plusieurs sociétés qui procèdent au traitement des dispositifs catalytiques d'automobiles usagées. Bien que certaines sociétés ne s'occupent que de l'enlèvement des matières renfermant des EGP, d'autres produisent une matière enrichie prête pour l'affinage final.

NOTES

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1989

N° de cat. M37-40/1989F

ISBN 0-662-95495-5